

# Compte-rendu de stage

**Mission : Réalisation d'une carte prototype**

**Encadrant : François ROLAND, technicien électronicien, IFREMER**



**24 juin 2024**

**BUT 2 Génie Électrique et Informatique Industrielle - Della Toffola Antoine**

## **Remerciements**

Je souhaite remercier mon tuteur François ROLAND, technicien électronicien au sein de l'Unité Systèmes sous-Marins d'IFREMER, pour son implication dans mon stage, son aide précieuse et l'expérience qu'il m'a apporté. Il en va de même pour les autres membres du service SEEE et autres supérieurs, que je remercie pour leur bienveillance à mon égard.

Je remercie également mon tuteur d'université Michel KRAMMER, qui a investi de son temps en s'impliquant dans mon stage et en me rendant visite.

Également Corine REYMOND, deuxième membre de mon jury, pour son temps qu'elle accorde à ce rapport.

# Table des matières

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Présentation de l'entreprise et du secteur d'activité.....</b>	<b>2</b>
Secteur d'activité général.....	2
Spécificités de l'entreprise.....	2
<b>Activité en stage.....</b>	<b>4</b>
Environnement technique et contraintes liées.....	4
Mission principale de stage.....	5
Modification du schéma électronique.....	6
Choix composants et tests.....	7
Prise en main du logiciel de CAO.....	8
Contraintes liées au placement des composants.....	9
Organisation des couches et méthode de routage.....	10
Mission ponctuelle.....	11
<b>Conclusion.....</b>	<b>13</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>14</b>
<b>Résumé.....</b>	<b>à la suite des annexes</b>

## **Introduction**

Dans le cadre de ma formation en BUT 2 Génie Électrique et Informatique Industrielle, j'ai eu l'opportunité d'effectuer un stage au sein de l'entreprise IFREMER, située à La Seyne-sur-Mer. Cet institut, spécialisé dans divers secteurs, représente un acteur majeur dans la recherche en milieu marin. J'ai choisi ce stage pour plusieurs raisons essentielles à mon projet professionnel. En effet, il s'inscrit dans le cadre de ma formation et me permet de compléter mes compétences de BUT 1 et 2. Car bien que ce projet soit plus orienté électronique que automatisme, il m'a permis de mettre en œuvre des compétences essentielles à ma potentielle poursuite d'étude. De plus, intégrer IFREMER dans mon parcours professionnel est une décision stratégique, car cette entreprise est reconnue à l'international.

Pendant ce stage, ma principale mission a été d'améliorer et de créer une carte électronique ayant subi des dommages et d'assister mes supérieurs en remplissant mon rôle de technicien électronicien. J'ai donc dû, au cours de mon projet, répondre à la problématique suivante : comment améliorer cette carte afin qu'elle ne présente plus de risques de défauts ?

Dans un premier temps, une présentation de l'entreprise sera faite en insistant sur son orientation stratégique sur le secteur. Suivront une explication des missions spécifiques qui m'ont été attribuées au sein de L'unité Systèmes Sous-Marins. Enfin, un bilan de cette expérience viendra clore ce rapport.

# Présentation de l'entreprise et du secteur d'activité

## Secteur d'activité général

L'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER) se positionne au cœur des enjeux maritimes en apportant un soutien précieux aux politiques publiques en étant un EPIC (établissement public à caractère industriel et commercial). Avec pour objectif de rendre les sciences océaniques accessibles, l'IFREMER collabore étroitement avec les pouvoirs publics. Cette mission s'étend également au dialogue public, où l'institut contribue activement en partageant ses connaissances. En retour, les questions émanant des autorités publiques et de la société civile alimentent le dynamisme scientifique de l'institut et orientent ses axes de recherche.

Cette expertise en appui aux politiques publiques constitue une part notable de ses activités, représentant environ un tiers de son champ d'action. Sur le marché, l'IFREMER occupe une position plutôt unique en tant que fournisseur d'expertise scientifique et technologique dans le domaine marin, répondant aux besoins croissants du gouvernement, des entreprises et autres acteurs de la société civile. Ses collaborations avec le secteur privé, les organismes gouvernementaux et les organisations internationales lui permettent de jouer un rôle important dans la gestion durable des ressources marines, la surveillance de l'environnement marin et le développement de solutions innovantes. Grâce à une approche interdisciplinaire et des partenariats tant nationaux qu'internationaux, l'IFREMER s'efforce de répondre aux défis environnementaux, favorisant ainsi une gestion durable des océans et de leurs ressources. En mettant l'accent sur l'éthique et la qualité des travaux, l'institut aspire à devenir un acteur exemplaire dans le paysage de la recherche marine.

## Spécificités de l'entreprise

L'IFREMER est constitué de vingt-quatre implantations en métropole et Outre-mer, lui permettant de relier sept grandes régions :

- Antilles et Guyane
- Atlantique
- Bretagne
- Manche-Mer du nord
- Méditerranée
- Indien (La Réunion)
- Pacifique (Tahiti, Nouvelle-Calédonie).

En 2023, 1468 personnes travaillaient au service de la recherche océanographique. L'institut possède également plusieurs filiales plus ou moins détachées :

- *Genavir* qui est une compagnie de navigation maritime comptant environ quatre-cents salariés
- *Mercator Ocean International* qui est une société à but non-lucratif, se transformant en organisation intergouvernementale et qui fournit des services d'intérêt général basés sur l'océanographie et axés sur la conservation et l'utilisation durable des océans, des mers et des ressources marines

- *L'institut Carnot MERS* (Marine Engineering Research for sustainable, safe and smart Seas) qui soutient les laboratoires publics en s'engageant dans la recherche partenariale avec les entreprises du secteur maritime.

La direction se fait en les personnes de François Houllier, Laurent Couret et Jean-Marc Daniel (voir annexe ...). En se concentrant sur le site Méditerranée dont le directeur est M.Vincent Rigaud, l'organisation se réduit à cinq implantations le long du littoral des régions Occitanie, Corse et Sud-Provence Alpes Côte d'Azur. Le site se compose en trois départements :

- *Océanographie et Dynamique des Ecosystèmes*
- *Ressources Biologiques et Environnement*
- *Direction de la Flotte Océanographique.*

Chacun de ces départements se divise en unités, dans le cas de la *Direction de la Flotte Océanographique* :

- *Unité Littoral*
- *Laboratoire d'Océanographie Physique et Spatiale*
- *Unité Marine Biodiversity Exploitation and Conservation (MARBE)*
- *Unité Interactions Hôtes Pathogènes Environnement*

et l'unité dans laquelle se passe le stage : *Unité Systèmes sous-Marins*.

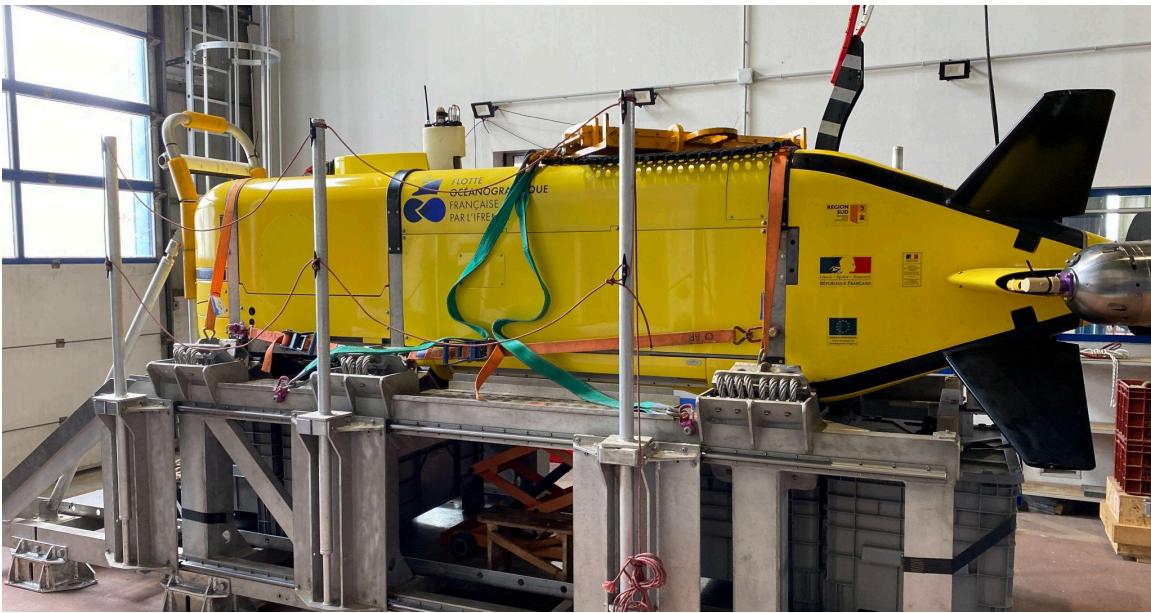
Ces unités sont composées de plusieurs services chacune, comme le *Service Electronique Electrique Embarqués* (SEEE) dirigé par M. Christian MARFIA par exemple, qui se spécialise dans les systèmes embarqués notamment pour les AUV et drones sous-marins (voir annexe).

Pour mener leurs missions à bien, l'institut possède plusieurs engins :

- *Le Pourquoi pas ?,* navire d'une centaine de mètres pour les recherches océanographiques et pouvant déployer jusqu'à deux systèmes sous-marins au cours de la même mission.
- *Le Marion Dufresne,* pour l'étude paléoclimatologie.
- *L'Atalante,* avec ses sondeurs, ses équipements acoustiques et un treuil de grand fond, lui permettant de déployer des engins sous-marins.
- *Le Thalassa,* pour l'étude des populations et des espèces exploitées en Manche, Golfe de Gascogne et Mer du Nord.

IFREMER dispose également de plusieurs engins sous-marins :

- *Le Nautile,* le seul capable d'accueillir des humains en son sein, pouvant descendre jusqu'à 6 000 mètres de profondeur.
- *Le Victor 6000,* télé-opéré et pouvant descendre jusqu'à 6 000 m aussi.
- *AsterX, IdefX,* autonomes et dédiés à la reconnaissance scientifique pour les plateaux et marges continentaux mais seulement jusqu'à 2 850 m de profondeur.
- *Ulyx,* autonome également et capable de descendre jusqu'à 6 000 m de profondeur.



1

## Activité en stage

### Environnement technique et contraintes liées

Parmi les trois drones sous-marins de l'IFREMER, *Ulyx* est un robot d'exploration qui permet d'atteindre des immersions pouvant aller jusqu'à 6 000 m. Il est autonome donc il conduit sa mission sans l'aide d'un pilote, grâce à des algorithmes analysant les données. C'est un explorateur actif : en fonction des indices qu'il détecte, il modifie sa trajectoire. Il est alimenté par des batteries. Afin de régler sa pesée en cours de plongée, il utilise une technologie similaire aux sous-marins, il est équipé d'un ballast réversible appelé aussi régleur. Il s'agit d'une sphère capable de se remplir d'eau pour alourdir l'engin, et de se vidanger pour l'alléger. Le système qui permet de connaître le volume d'eau admis est basé sur la mesure de la pression de l'air et de sa température dans le ballast. Cette mesure est réalisée par un capteur (*PCM125*), qui renvoie une tension proportionnelle à la pression absolue et équipé d'une sonde de température (*PT100*). L'information est renvoyée à l'opérateur par l'intermédiaire d'une chaîne d'acquisition composée d'un étage de conditionnement des signaux, de numérisation via un microcontrôleur (*PIC18F26K83*) au travers d'un bus CAN.



<sup>2</sup> Ce projet est donc soumis à de nombreuses contraintes liées déjà à l'environnement dans lequel il évolue : les profondeurs marines. Il faut avant tout prendre en compte la pression s'exerçant à de telles profondeurs. Pour être

<sup>1</sup> Photographie de l'AUV Ulyx

<sup>2</sup> Photographie caisson hyperbare

descendus si bas sans être endommagés, les cartes électroniques sont soit transportées dans des sphères en métal, soit mises dans des caissons, baignant dans l'huile à haute pression afin d'équilibrer l'écart de pression entre l'extérieur et l'intérieur. Les sphères sont techniquement plus pratiques, permettant aux composants ne supportant pas la pression de ne pas se détruire. Cependant, cette solution demande plus d'espace et ajoute de nouvelles contraintes liées à la masse de chaque sphère, l'huile est donc privilégiée dès que possible. Cette pression, avoisinant les 625 bars, est donc la contrainte primordiale. Chaque composant doit pouvoir la tenir et être testé dans des caissons hyperbariques en titane pouvant monter jusqu'à 1500 bars (pour l'un d'entre eux) de pression. Une marge de sécurité est de rigueur, obligeant à tester avec plus de pression. Leur fonctionnement doit être testé avant, pendant et après leur passage en caisson. De plus, le montage CMS est à privilégier notamment pour les capacités.

À ces contraintes d'environnement s'ajoutent des contraintes liées à l'entreprise. En effet pour cause d'administration ou de contrats passés avec des fournisseurs, du matériel ou distributeurs sont imposés par la direction. La 3D et les cartes électroniques sont conçues sur une suite de logiciels *Autodesk*, notamment *Fusion* anciennement *Eagle PCB*. Les commandes de composants doivent être effectuées en priorité absolue auprès du fournisseur *RS Composants* et en cas de non-stock, sur les sites suivants :

- DigiKey
- Farnell
- Mouser Electronics

Entraînant une vérification constante des stocks des composants. Il faut aussi prendre en compte le manque de matières premières, qui influence actuellement le marché asiatique des composants électroniques et donc le monde.

La mission de stage impose elle aussi des contraintes, consistant à améliorer, actualiser et sécuriser une carte, il faut se baser sur le modèle endommagé. Car le robot dans lequel elle prend place est bien existant et ne permet pas un placement des composants au bon vouloir. L'emplacement et le nombre de borniers sont imposés tout comme les dimensions de la carte ou encore les pas de vis (M3). L'alimentation par batterie impose l'utilisation de fusibles électroniques *LT4356-3* en protection.

La prévision de la maintenance apporte également son lot de contraintes, notamment sur le routage. Les composants doivent être en surface supérieure uniquement, car le manque d'accessibilité rend complexe l'accès à la partie inférieure. Pour faciliter la prise d'information rapide, des LED CMS vertes doivent être installées en sorties des différents changements de tension pour détecter un problème à la vue.

## Mission principale de stage

Comme décrit précédemment, le but au terme du stage est de faire évoluer la carte électronique de gestion du régulateur pour y intégrer un nouveau capteur de pression *PCM127*. La carte est alimentée par les batteries à environ 48V (variable selon la plage). Il est donc nécessaire de baisser cette tension pour alimenter certains composants, il y a donc d'origine deux régulateurs de tension en 24V et 5V.

La carte a subi des dégradations lors d'une défaillance électrique et le régulateur 5V ainsi que sa self de filtrage ont brûlé. Afin d'optimiser la sécurité de l'engin, il est nécessaire de procéder à une évolution de cette carte. De plus, d'autres changements sont à prévoir pour des raisons pratiques et d'actualisation.

Cela comprend :

- L'ajout de fusibles de protection sur les alimentations électriques
- L'intégration d'une alimentation pour un nouveau capteur de pression
- L'ajout d'un fusible électronique pour protéger les variateurs
- La modification des diodes d'alimentation
- L'intégration de la carte programmation directement sur la carte régleur

L'objet du projet consiste donc à réaliser une carte prototype en se basant sur l'ancien schéma électrique, réunissant toutes les évolutions de sécurité et d'optimisation sur le nouveau logiciel.



3

## Modification du schéma électrique

Pour optimiser la carte électronique de gestion du régulateur, plusieurs modifications sont prévues.

Tout d'abord, l'ajout de deux nouveaux borniers d'alimentation permettra de faciliter le câblage des batteries. Actuellement, un câble est relié à une barre conductrice vissée entre les bornes existantes. Cependant, avec l'ajout des borniers, il sera possible de se passer de ce système de jonction en utilisant un plot +48V et un 0V.

Ensuite, un fusible électronique (référence imposée LT4356-3) sera intégré. Ce composant joue un rôle essentiel en protégeant le circuit contre les surintensités, minimisant ainsi les risques de dommages matériels ou d'incendie. Le fusible électronique fonctionne par

---

<sup>3</sup> Photographie ancienne carte

mesure de tension entre deux de ses bornes afin de rendre passant ou non un transistor. Lorsque qu'entre les deux points d'une résistance de shunt la tension dépasse 50mV, un transistor relié devient bloquant ou en partie bloquant, abaissant cette tension comme le ferait une gradation. L'alimentation étant par batteries la tension fluctue légèrement, mais est gardée la valeur de référence 48V pour un courant de coupure de 50A. Le dimensionnement de la résistance est donc le suivant :

$$U = R * I \quad (2,1)$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{50*10^{-3}}{50} = 1 m\Omega \quad (2,2)$$

De plus, les régulateurs de tension du 48V vers 24V et 48V vers 5V seront remplacés par des convertisseurs. Cette modification est basée sur les datasheets des convertisseurs, qui guideront dans le dimensionnement des filtres (bobines selfs et capacités). L'objectif principal est d'améliorer l'isolation des masses en séparant le plan de masse en deux parties distinctes : le GND du 48V et le GND des convertisseurs.

Un autre ajout essentiel sera un convertisseur 48V vers 12V spécifiquement pour alimenter le nouveau capteur *PCM127*. Cependant, une alimentation +5V sera également conservée pour l'ancien capteur *PCM125*. Pour permettre l'interchangeabilité entre *PCM125* et *PCM127*, une borne sera ajoutée au bornier du capteur. En reliant le fil du capteur au +5V ou +12V, selon le capteur utilisé, il sera possible de basculer facilement entre les deux.

En outre, des porte-fusibles seront installés devant chaque convertisseur, dimensionnés pour protéger le système en cas de surcharge ou de court-circuit. Cette modification facilitera également la localisation des problèmes en cas de défaut.

De plus, la carte externe de programmation du microcontrôleur, qui était jusqu'à présent reliée de manière externe, sera directement intégrée dans la nouvelle carte. Cette intégration simplifiera le câblage et améliorera l'efficacité globale du système.

Enfin, les diodes externes de protection en montage fileté au niveau des borniers d'alimentation (batteries) seront remplacées par des diodes intégrables dans la carte. L'utilité des diodes est de protéger les composants électroniques en empêchant les courants inverses de causer des dommages, améliorant ainsi la fiabilité et la durée de vie du système.

## Choix composants et tests

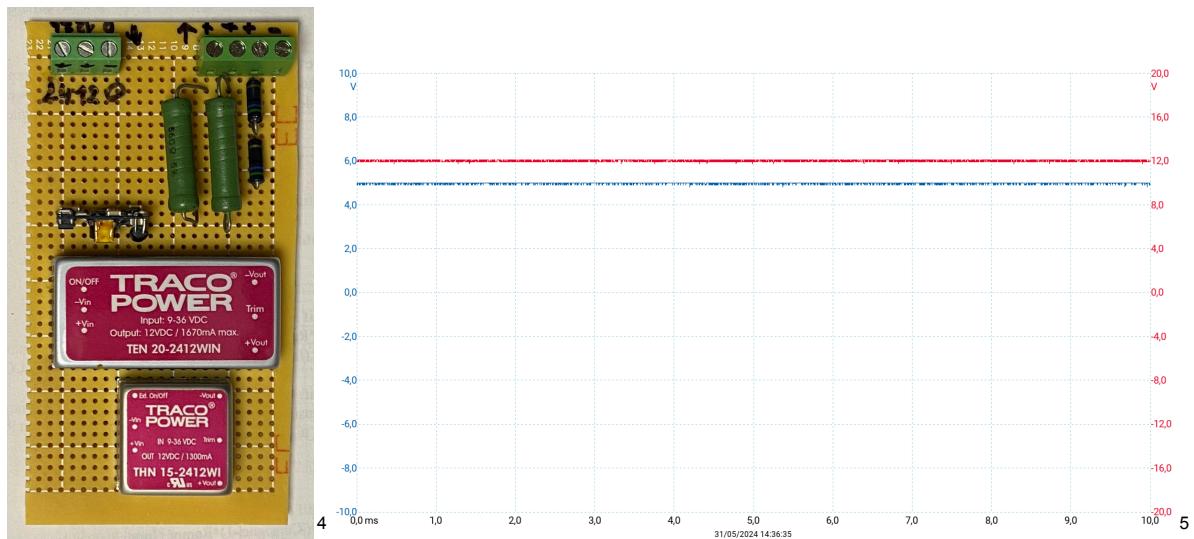
Pour isoler les régulateurs de tension, ils sont remplacés par des convertisseurs et les modèles *TEN* de la marque Traco Power sont retenus et testés en pression.

Pour le protocole expérimental de test d'alimentation sous pression de 625 bars, les convertisseurs sont soudés sur une plaque de test coupée aux dimensions d'un petit caisson hyperbare. La carte comporte deux borniers IN/OUT permettant le câblage des tensions d'alimentation de 12V et 24V ainsi que la récupération des signaux de sortie. La carte est ensuite placée dans le caisson, immergée dans l'huile, tout en étant mise dans un petit sac plastique pour éviter le contact entre les soudures et la carcasse du caisson. Une fois les raccordements électriques effectués, le bon fonctionnement du système électronique

est vérifié avant la mise en pression pour éviter d'attribuer à tort un éventuel dysfonctionnement au test.

Le caisson est ensuite scellé et la mise en pression, réalisée manuellement via un levier, se fait par paliers de 50 bars. À chaque palier, le fonctionnement est vérifié en mesurant les tensions à l'aide d'un adaptateur *PicoScope*, permettant de visualiser les signaux sur un ordinateur grâce à un logiciel remplaçant un oscilloscope. Les courbes de tension relevées lors de l'augmentation progressive de la pression ne montrent aucun dysfonctionnement des convertisseurs. Ils sont donc maintenus sous pression pendant environ une heure, puis la pression est progressivement réduite jusqu'à atteindre zéro. Les résultats sont concluants, démontrant que ces alimentations peuvent supporter la pression correspondant à une descente à 6000 mètres de profondeur, autorisant ainsi leur utilisation dans ce projet.

La réalisation de ce type de test est obligatoire pour les composants "suspects". Dans ce cas, les convertisseurs, remplis de résine, empêchent le passage de l'air, ce qui est positif, mais il reste impossible de vérifier les composants internes avec certitude. Les autres composants ayant déjà été utilisés dans d'autres projets, il est jugé inutile de procéder à d'autres tests.



## Prise en main du logiciel de CAO

Autodesk Fusion est un outil tout-en-un qui réunit la conception électronique et mécanique, la simulation, la collaboration et l'usinage. Grâce à son intégration transparente, les ingénieurs peuvent travailler avec des workflows de conception, d'ingénierie et d'électronique dans un même environnement. Cela permet d'ajuster le placement des composants sans conversion de fichiers, minimisant les erreurs. De plus, Fusion propose des modèles 3D conformes aux normes IPC qui couvrent toutes les phases de production, du design à l'assemblage pour accélérer la création de composants électroniques. Les fonctionnalités d'automatisation, de collaboration et d'interopérabilité optimisent la productivité. Pour la conception de circuits imprimés, Fusion offre des outils spécifiques tels que la saisie de schéma, l'éditeur de topologie de circuit imprimé et les règles de

<sup>4</sup> Photographie carte test des convertisseurs

<sup>5</sup> Capture d'écran courbe de tension à 625 bars

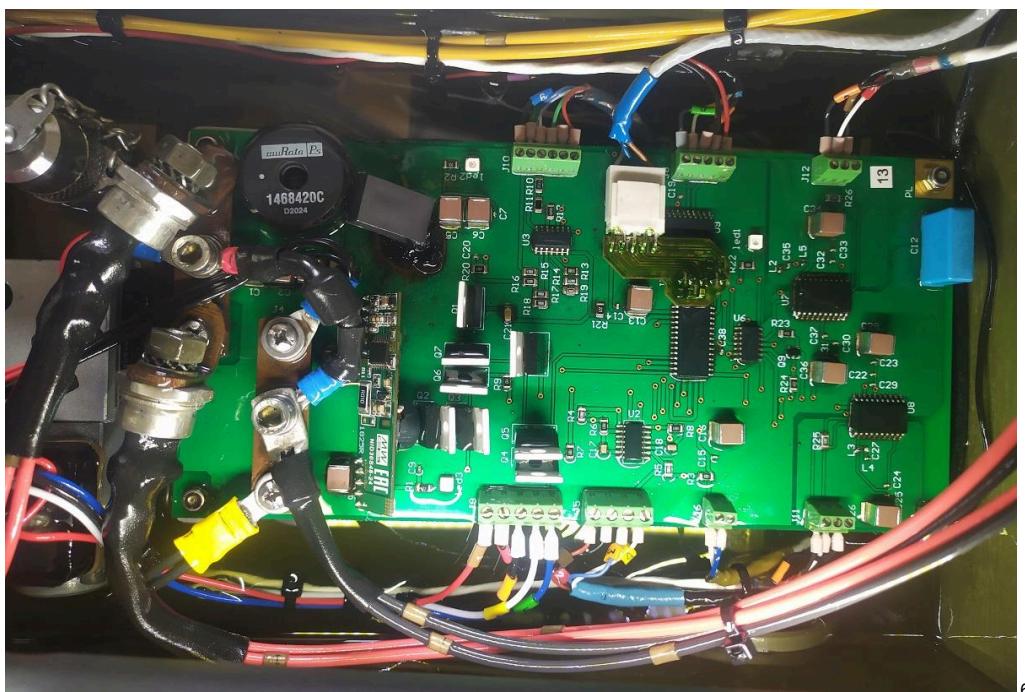
conception. Enfin, la simulation SPICE qui permet de simuler le comportement électrique de circuits analogiques ou à signaux mixtes pour garantir la précision et la fiabilité des schémas dès le premier essai.

En ouvrant une nouvelle conception électronique, une zone de dessin apparaît permettant de créer le schéma. Ajouter des composants et interconnecter les signaux comme sur n'importe quel logiciel de CAO, avec des options d'économie comme la modification des schéma de composants, modifier la liaison de leurs broches...

Cependant l'utilisation de certains composants nécessite la création d'empreintes (qui ne sont pas fournies par le fabricant ou trouvables sur internet) : il est possible de personnaliser des empreintes en fonction des spécifications des composants. L'éditeur de bibliothèques de composants permet de créer et de gérer ces empreintes pour une utilisation ultérieure dans les conceptions. Bien sûr, il est primordial de respecter les côtes des datasheets, et pour ça le logiciel accepte plusieurs unités : le système métrique, les mesures US (inch / feet) et le mil (un millième de pouce soit 25,4 micromètres).

### Contraintes liées au placement des composants

Le placement des composants sur la carte électronique de gestion du régleur est soumis à plusieurs contraintes strictes. Premièrement, les borniers doivent être placés à des positions précises définies par l'emplacement de la carte électronique dans l'AUV, car tout le câblage est déjà installé et optimisé pour une disposition spécifique. Tout changement dans la position des borniers pourrait nécessiter une refonte complète du câblage, ce qui est non seulement coûteux, mais aussi impraticable dans le cadre du projet en cours. Cette contrainte implique une planification minutieuse pour assurer que chaque composant est non seulement à sa place optimale pour le fonctionnement, mais aussi accessible pour la maintenance et les vérifications ultérieures.



Deuxièmement, la séparation des masses est cruciale pour éviter les interférences électromagnétiques et les problèmes de bruit électrique. Les composants doivent être placés de manière à ce que les différentes masses (GND du 48V et GND des convertisseurs) soient clairement séparées. Cette séparation physique sur la carte empêche la circulation incontrôlée des tensions, minimisant ainsi les risques de dysfonctionnements ou de dommages. Pour maintenir cette séparation, il est souvent nécessaire de créer des zones distinctes sur la carte pour chaque plan de masse, ce qui peut compliquer le routage des pistes, mais est essentiel pour garantir la fiabilité du système.

En outre, il faut regrouper les composants par fonction pour assurer une cohérence dans le routage de la carte. Par exemple, les composants de régulation de tension doivent être proches des convertisseurs correspondants pour minimiser les pertes et les interférences. De même, les composants liés à la mesure de la pression et de la température doivent être placés à proximité des capteurs pour assurer des mesures précises et fiables. Cette organisation fonctionnelle facilite non seulement le routage, mais aussi la maintenance et les mises à jour futures de la carte en permettant une meilleure visibilité sur la carte.

Par ailleurs, les contraintes d'espace jouent un rôle crucial, surtout dans les environnements confinés des AUV. Les composants doivent être disposés de manière compacte, tout en respectant les distances minimales requises pour éviter les courts-circuits et les interférences. Les composants sensibles, comme les convertisseurs de tension et les microcontrôleurs, doivent être protégés des sources potentielles de chaleur et de courants forts.

Enfin, la planification doit également prendre en compte l'accessibilité pour les tests et les réparations. Les composants critiques, comme les fusibles et les connecteurs de programmation, doivent être facilement accessibles sans avoir à démonter la carte entière. Cela est particulièrement important dans un environnement sous-marin où les interventions sont complexes et coûteuses. Il faut également comme énoncé plus tôt que la totalité des composants soient placés du côté supérieur de la carte.

## Organisation des couches et méthode de routage

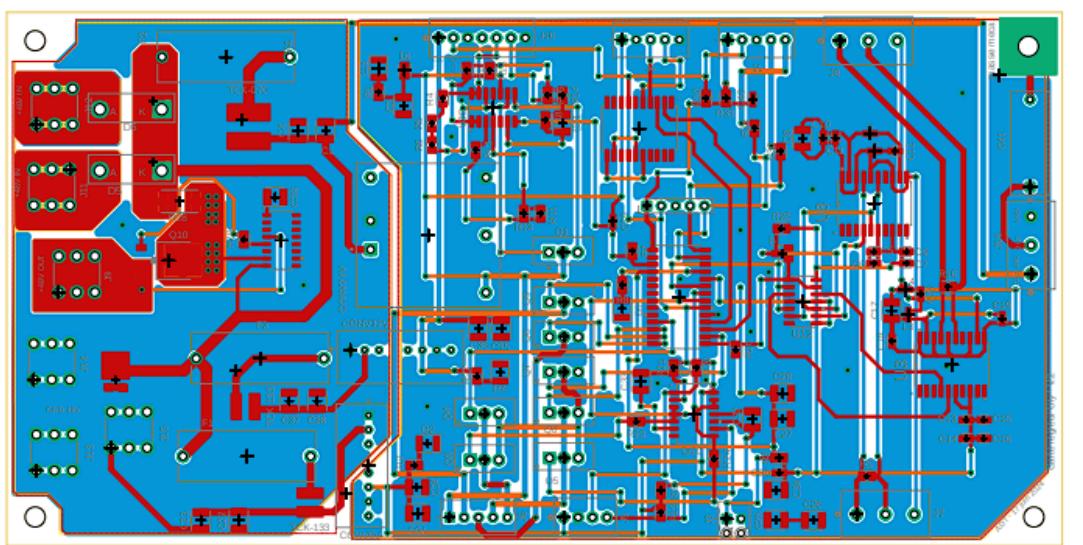
La carte électronique de gestion du régulateur est organisée en quatre couches, chacune subdivisée en deux parties distinctes en raison de la séparation des plans de masses. Cette configuration implique que chaque couche contient deux types de plans de masse : les plans GND de 48V, reliés entre eux par des composants traversants et des vias, et les plans GND des convertisseurs, également interconnectés par des composants traversants et des vias. Cette séparation est essentielle pour garantir que les différentes tensions ne se mélangent pas, assurant ainsi une isolation efficace et une performance optimale des convertisseurs.

Pour le routage de la carte, la distribution des tensions et des signaux suit une organisation spécifique. La première couche est principalement dédiée au câblage de la partie +48V. Les composants de puissance, notamment les borniers du +48V, doivent être placés sur cette couche, en tenant compte des plans de tension pour supporter les forts courants. Il est impératif de les placer dans des plans de tension robustes pour gérer les courants élevés.

Cela nécessite l'utilisation de pistes très larges, assurant une faible résistance et une dissipation thermique efficace.

Les couches intermédiaires, en particulier la deuxième couche, jouent un rôle crucial en tant que plan de masse vide. Ce plan de masse améliore la performance en évitant les interférences des signaux et des tensions d'alimentation. Les signaux sont principalement routés sur la première et la troisième couche de la partie des convertisseurs, la première pour les signaux principaux et la troisième couche lorsque des interconnexions supplémentaires sont nécessaires.

Les couches de routage suivent des méthodes spécifiques pour garantir un routage propre et lisible donc professionnel. Sur la troisième couche, seuls des traits horizontaux sont autorisés, tandis que la quatrième couche est réservée aux traits verticaux. Cette méthode de routage permet de minimiser les interférences et d'assurer une organisation claire des pistes. Les vias sont utilisées pour relier les couches entre elles, facilitant la transition des signaux et des tensions à travers les différentes couches. Cette organisation méthodique des couches et le respect des normes de routage garantissent une carte électronique plus fiable que le précédent modèle.



Les tests sur banc du prototype n'ont pas pu être réalisés dans le temps imparti du stage. En raison des modifications apportées au cahier des charges, il a été décidé de se concentrer sur le routage de la carte. Ces ajustements ont restreint la possibilité de tester pleinement le fonctionnement de la carte pendant la durée du stage.

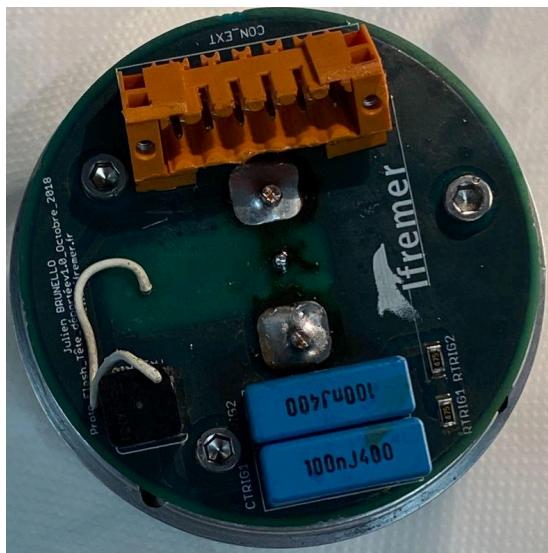
## Mission ponctuelle

Le travail de technicien entraîne des missions d'urgence et de réparation sur des équipements, ainsi que la préparation de matériel pour les missions en mer. Au sein du service technique, diverses interventions ont été effectuées, incluant la soudure et le remplacement de composants CMS, nécessitant l'utilisation de microscopes pour des opérations précises sur les circuits imprimés. Par exemple, plusieurs opérations ont été

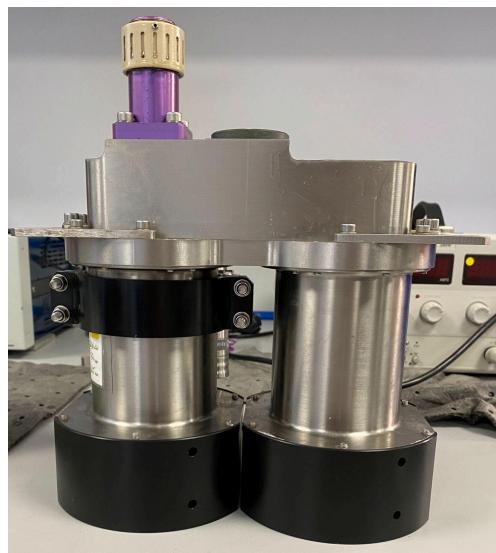
<sup>7</sup> Capture d'écran routage carte finale (plan de masse 4ème couche visible)

effectuées sur les cartes flash 10KV, tel que les tests d'intégration des nouvelles ampoules ou encore la modification de ces dernières.

Les tâches ont impliqué des interactions avec différents ingénieurs du service pour recueillir des informations sur les CEM (normes de Compatibilité Électromagnétique), les spécifications techniques des composants, et les contraintes de pression liées à l'environnement sous-marin. Lors des absences des responsables partis en mission, des solutions ont été recherchées de manière autonome pour résoudre les problèmes techniques rencontrés.



8



9

---

<sup>8</sup> Photographie carte flash Ulyx

<sup>9</sup> Photographie module flash Ulyx

## **Conclusion**

Cette expérience au sein de l'IFREMER m'a permis de plonger au cœur d'un environnement technologique et scientifique unique, dédié à la recherche marine et sous-marine de pointe. En contribuant à l'amélioration d'une carte électronique pour un système AUV, j'ai acquis des compétences précieuses en conception, en gestion de projet et en résolution de problèmes techniques.

Au cours de ce stage, j'ai pu répondre à la problématique suivante : comment améliorer cette carte afin qu'elle ne présente plus de risques de défauts ?

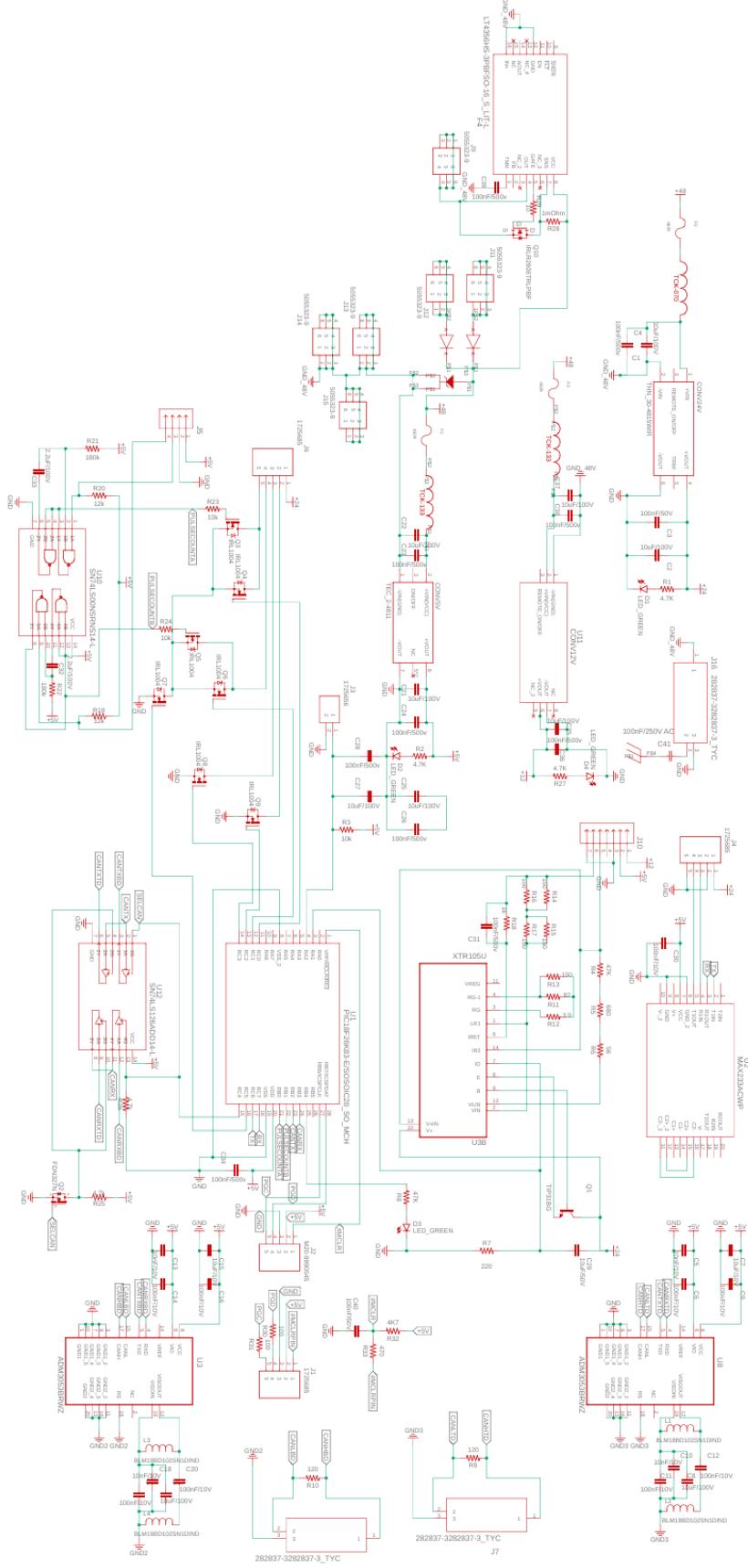
Pour la résoudre, il aura fallu revoir la conception de la carte en séparant les plans de masses, en modifiant le routage pour qu'il corresponde aux normes de sécurité et en ajoutant des éléments essentiels de protection comme des fusibles par exemple.

J'ai été un peu surpris des délais accordés aux missions que j'ai pu rencontrer en tant que technicien, car les missions en mer nécessitent systématiquement des modifications, remplacements ou prises de décisions urgentes. J'ai aussi commis des erreurs lors du premier routage de ma carte que j'ai dû recommencer en suivant les consignes de mon tuteur, étant ma première vraie expérience en conception de PCB.

Cette expérience enrichissante confirme mon intérêt pour le domaine du génie électrique et le contact avec les membres du service que j'ai intégré me fait remettre en cause mon envie de sortir du parcours scolaire au terme de mon BUT. En effet, on a su me convaincre de me renseigner sur les éventuels masters afin de compléter ma poursuite d'étude vers un BAC+5.

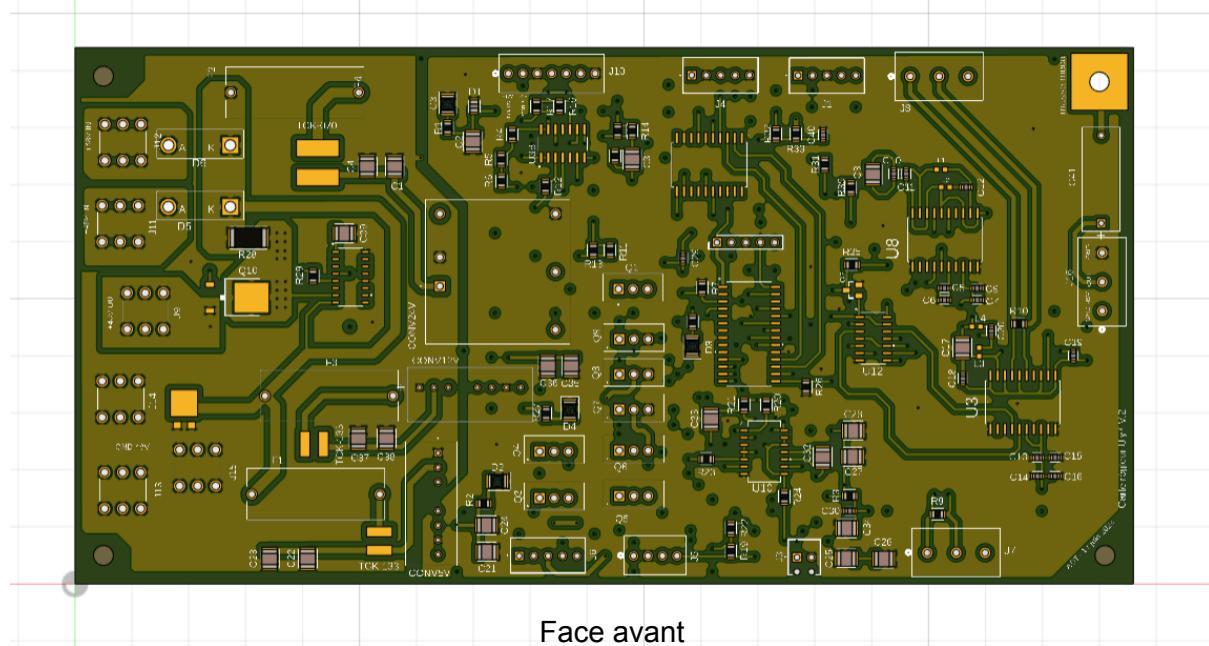
## **Annexe 1**

## Nouveau schéma électronique

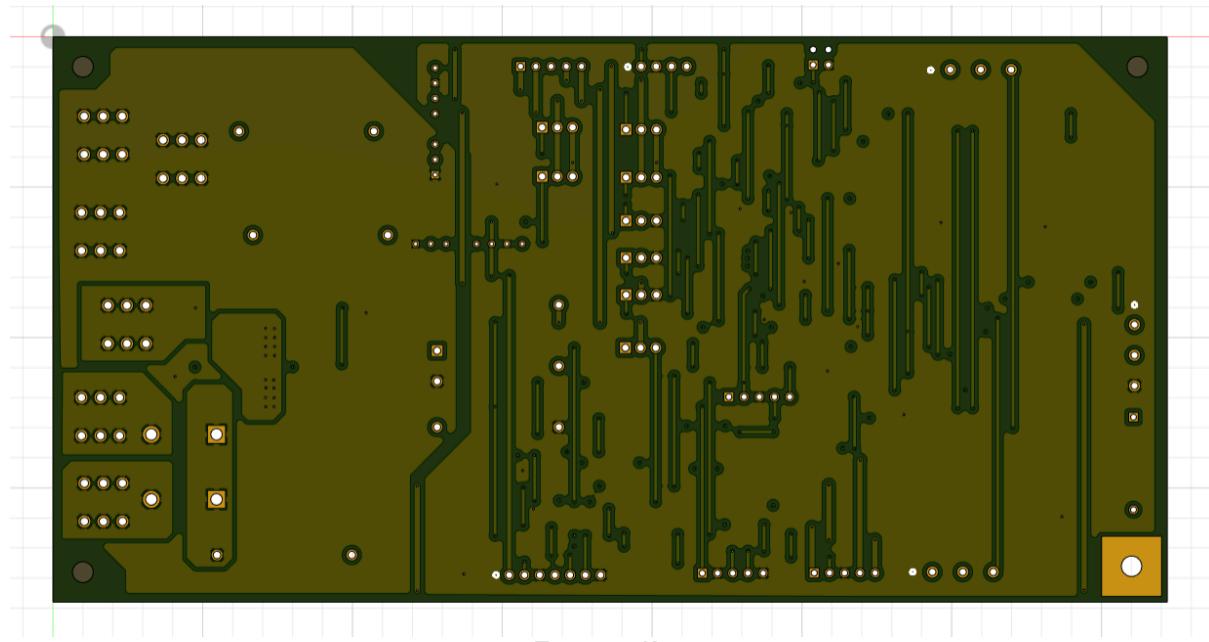


## **Annexe 2**

## Visuel 3D de la nouvelle carte routée



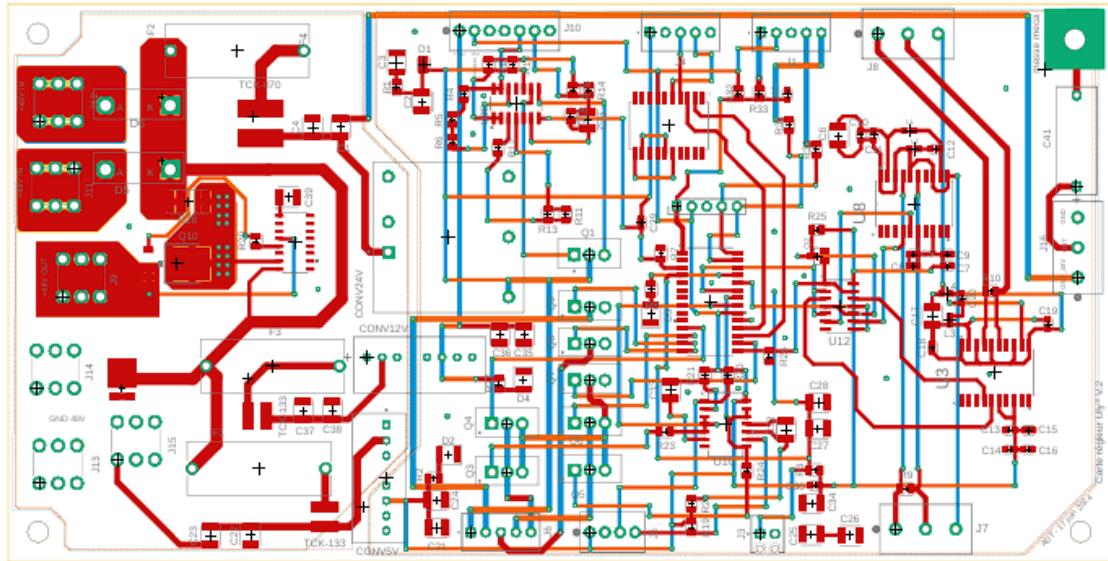
## Face avant



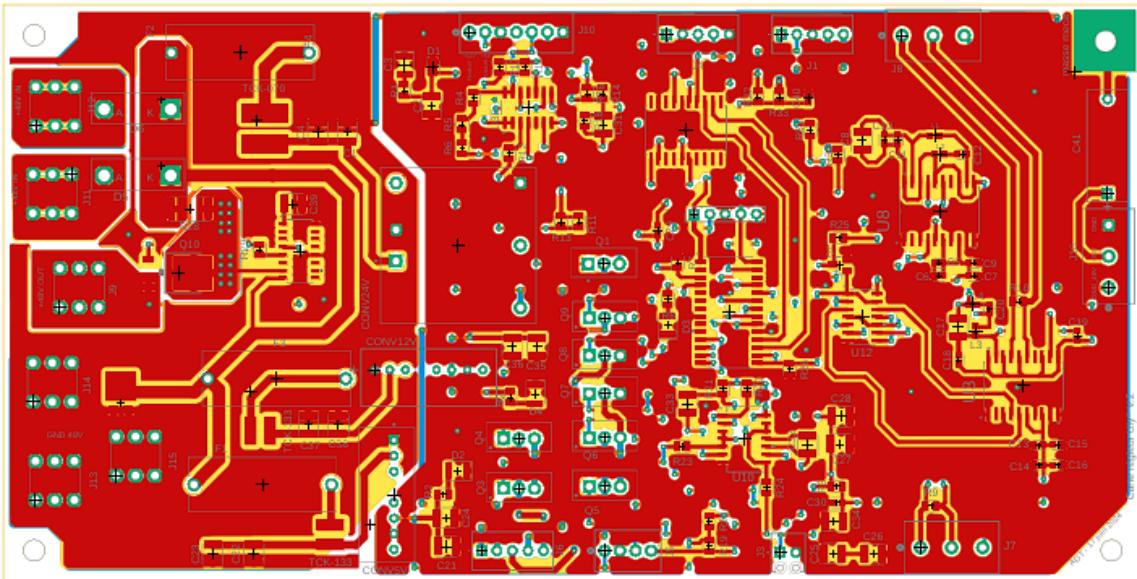
## Face arrière

## Annexe 3

Routage carte (plans de masses non affichés)



Routage carte (plans de masses affichés)



## Annexe 4

Tableau de composants

Part	Value
C1	10uF/100V
C2	10uF/100V
C3	100nF/50V
C4	100nF/500v
C5	10nF/10V
C6	100nF/10V
C7	10uF/10V
C8	10uF/100V
C9	100nF/10V
C10	10nF/10V
C11	100nF/10V
C12	100nF/10V
C13	10nF/10V
C14	100nF/10V
C15	10uF/10V
C16	100nF/10V
C17	10uF/100V
C18	10nF/10V
C19	100nF/10V
C20	100nF/10V
C21	10uF/100V
C22	10uF/100V
C23	100nF/500v

C24	100nF/500v
C25	10uF/100V
C26	100nF/500v
C27	10uF/100V
C28	100nF/500v
C29	10uF/50V
C30	100nF/10V
C31	100nF/500v
C32	2.2uF/100V
C33	2.2uF/100V
C34	100nF/500v
C35	10uF/100V
C36	100nF/500v
C37	10uF/100V
C38	100nF/500v
C39	100nF/500v
C40	100nF/50V
C41	100nF/250V AC
CONV5V	TEC_2-4811
CONV24V	THN_30-4815WIR
D1	LED_GREEN
D2	LED_GREEN
D3	LED_GREEN
D4	LED_GREEN
D5	STTH30RQ06WL_DO-247_LL

D6	STTH30RQ06WL_DO-247_LL
D7	SMPC58ANHM3/H
F1	4628
F2	4628
F3	4628
F4	LT4356HS-3PBFSO-16_S_LIT-L
J1	1725685
J2	M20-9990545
J3	1725656
J4	1725685
J5	282834-4CONN4_282834-4_TEC
J6	1725685
J7	282837-3282837-3_TYC
J8	282837-3282837-3_TYC
J9	5055323-9
J10	282834-7CONN7_282834-7_TEC
J11	5055323-9
J12	5055323-9
J13	5055323-9
J14	5055323-9
J15	5055323-9
L1	BLM18BD102SN1DIND
L2	BLM18BD102SN1DIND
L3	BLM18BD102SN1DIND

L4	BLM18BD102SN1DIND
L5	TCK-133
L6	TCK-133
L7	TCK-070
PL	RETOUR_MASSE_MECA
Q1	TIP31BG
Q2	FDN327N
Q3	IRL1004
Q4	IRL1004
Q5	IRL1004
Q6	IRL1004
Q7	IRL1004
Q8	IRL1004
Q9	IRL1004
Q10	IRLR2908TRLPBF
R1	4.7K
R2	4.7K
R3	10k
R4	47K
R5	680
R6	56
R7	220
R8	47K
R9	120
R10	120
R11	82

R12	3.9
R13	150
R14	150
R15	150
R16	150
R17	150
R18	1k
R19	12k
R20	12k
R21	180k
R22	180k
R23	10k
R24	10k
R25	4.7k
R26	4.7k
R27	4.7K
R28	1mOhm
R29	10
R30	100
R31	100
R32	4K7
R33	470
U1	PIC18F26K83-E/SOSOIC28_SO_MCH
U2	MAX233ACWP
U3	ADM3053BRWZ
U3B	XTR105U

U8	ADM3053BRWZ
U10	SN74LS00NSRNS14-L
U11	CONV12V
U12	SN74LS126ADD14-L

## Résumé

Le rapport décrit un stage effectué au sein de l'IFREMER dans le cadre de la formation en BUT 2 Génie Électrique et Informatique Industrielle. L'IFREMER, un institut de recherche en milieu marin, a fourni un environnement riche pour l'apprentissage et le développement des compétences techniques.

Pendant le stage, la mission principale consistait à améliorer une carte électronique endommagée utilisée dans les systèmes sous-marins autonomes (AUV). Les tâches incluent la modification du schéma électronique, le choix et les tests de composants, ainsi que l'optimisation du placement des composants et du routage. La carte nécessitait des améliorations de sécurité, telles que l'ajout de fusibles de protection et de nouvelles alimentations pour les capteurs.

Le rapport souligne les défis rencontrés, notamment les délais serrés des missions en mer et les erreurs initiales dans le routage de la carte. Cependant, ces expériences m'ont permis de renforcer mes compétences en conception de PCB et en gestion de projet. Cette expérience a été déterminante pour confirmer mon intérêt pour le génie électrique.

**mots clés :** IFREMER ; AUV ; PCB

## Abstract

The report describes an internship carried out at IFREMER as part of the BUT 2 Electrical Engineering and Industrial Computing program. IFREMER, a marine research institute, provided a rich environment for learning and developing technical skills.

During the internship, the main task was to improve a damaged electronic board used in autonomous underwater systems (AUVs). The tasks included modifying the electronic schematic, selecting and testing components, as well as optimizing component placement and routing. The board required safety improvements, such as adding protection fuses and new power supplies for the sensors.

The report highlights the challenges encountered, including tight deadlines for sea missions and initial routing errors of the board. However, these experiences allowed me to strengthen my skills in PCB design and project management. This experience was crucial in confirming my interest in electrical engineering.

**keywords :** IFREMER ; AUV ; PCB